

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-323612

(P2002-323612A)

(43) 公開日 平成14年11月8日 (2002. 11. 8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 2 B 5/124		G 0 2 B 5/124	2 H 0 4 2
G 0 2 F 1/1335	5 2 0	G 0 2 F 1/1335	5 2 0 2 H 0 9 1

審査請求 未請求 請求項の数27 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2001-294526(P2001-294526)

(22) 出願日 平成13年9月26日 (2001. 9. 26)

(31) 優先権主張番号 特願2001-44195(P2001-44195)

(32) 優先日 平成13年2月20日 (2001. 2. 20)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 箕浦 潔

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 植木 俊

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100101683

弁理士 奥田 誠司

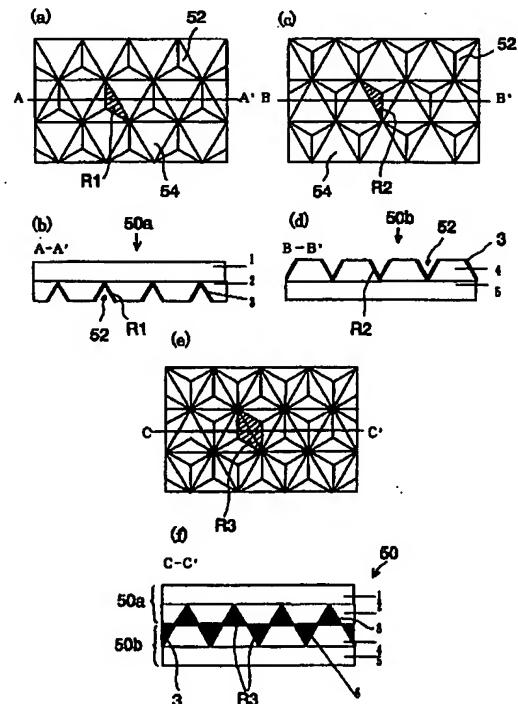
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コーナーキューブアレイなどの光学素子及びそれを備える反射型表示装置

(57) 【要約】

【課題】 比較的容易な方法で作製することができる微細な光学素子を提供する。

【解決手段】 光学素子は、凹部が複数形成された第1の基材4と、凹部が複数形成された光透過性の第2の基材2とを備え、これらは凹部が形成された面が対向するように配置される。各基板2, 4の凹部には反射領域3がそれぞれ形成されており、第2の基材を透過した光のうちの少なくとも一部は、少なくとも一方の基板における反射領域3において反射される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の凹部が複数形成された第 1 の面を有する第 1 の基材と、第 2 の凹部が複数形成された第 2 の面を有する光透過性の第 2 の基材とを備え、前記第 1 の面と前記第 2 の面とが対向するように前記第 1 の基材と前記第 2 の基材とが配置されている光学素子であって、
前記第 1 の凹部において第 1 の反射領域が形成され、且つ、前記第 2 の凹部において第 2 の反射領域が形成されており、

前記第 2 の基材を透過した光のうちの少なくとも一部は、前記第 1 の反射領域および前記第 2 の反射領域のうちの少なくとも一方の反射領域において反射される光学素子。

【請求項 2】 前記第 1 の面には前記第 1 の凹部と平坦部とが形成されており、前記第 2 の面には前記第 2 の凹部と平坦部とが形成されており、前記第 1 の凹部と前記第 2 の凹部とは互いに対して対向しないように配置されている請求項 1 に記載の光学素子。

【請求項 3】 前記第 1 の凹部と前記第 2 の凹部とは、実質的に同一形状を有している請求項 1 または 2 に記載の光学素子。

【請求項 4】 前記第 1 の凹部および前記第 2 の凹部は三角錐形状を有し、前記第 1 の凹部および前記第 2 の凹部によってコーナーキューブが形成されている請求項 1 から 3 のいずれかに記載の光学素子。

【請求項 5】 前記第 2 の基材を透過した光のうちの少なくとも一部は、前記第 1 の反射領域と前記第 2 の反射領域との両方において反射され、これにより、前記反射された光は入射方向と実質的に同一の方向に進む請求項 4 に記載の光学素子。

【請求項 6】 前記第 1 の反射領域および第 2 の反射領域は、金属膜によって形成されている請求項 1 から 5 のいずれかに記載の光学素子。

【請求項 7】 前記第 2 の反射領域は、前記第 2 の基材よりも屈折率が低い材料を用いて形成されている請求項 1 から 5 のいずれかに記載の光学素子。

【請求項 8】 前記第 1 の凹部に形成された第 1 の反射領域上において前記第 1 の凹部を埋める部材を備え、前記第 1 の反射領域は、前記第 1 の凹部を埋める部材よりも屈折率が低い材料を用いて形成されている請求項 7 に記載の光学素子。

【請求項 9】 請求項 1 から 8 のいずれかに記載の光学素子を備える反射型表示装置であって、前記第 1 の基材と前記第 2 の基材との間に挟持される光変調層を有する反射型表示装置。

【請求項 10】 前記光変調層は、散乱型液晶から形成される請求項 9 に記載の反射型表示装置。

【請求項 11】 前記第 1 の基材の第 1 の凹部を埋める第 1 の平坦化部材と、前記第 2 の基材の第 2 の凹部を埋

める第 2 の平坦化部材とをさらに有し、前記散乱型液晶が前記第 1 の平坦化部材によって平坦化された面と第 2 の平坦化部材によって平坦化された面との間に挟持される請求項 10 に記載の反射型表示装置。

【請求項 12】 前記散乱型液晶は、前記第 1 の基材に形成された前記第 1 の凹部に充填されている請求項 10 に記載の反射型表示装置。

【請求項 13】 請求項 4 または 5 に記載の光学素子と、

10 前記光学素子と対向するように設けられた透明基板と、前記光学素子と前記透明基板との間に挟持され、光散乱状態または光透過状態に制御される光変調層とを備える、反射型表示装置。

【請求項 14】 互いに略直交する 3 つの表面を有するコーナーキューブのアレイであって、

前記コーナーキューブの前記 3 つの表面のそれぞれは、基材に形成された凹部が有する第 1 の面と、前記凹部に隣接するように前記基材上に設けられた凸部が有する第 2 の面を含むコーナーキューブアレイ。

20 【請求項 15】 前記基材は、前記凹部と、前記凹部に隣接する平坦部とを有し、前記凸部は前記平坦部上に固定されている請求項 14 に記載のコーナーキューブアレイ。

【請求項 16】 前記凹部が有する前記第 1 の面および前記凸部が有する前記第 2 の面のそれぞれは略直角二等辺三角形の平面形状を有し、前記コーナーキューブの前記 3 つの表面のそれぞれは略正方形である請求項 14 または 15 に記載のコーナーキューブアレイ。

【請求項 17】 光学素子の製造方法であって、

30 第 1 の基材に第 1 の凹部を複数形成し、かつ、前記第 1 の凹部に第 1 の反射領域を形成する工程と、第 2 の基材に第 2 の凹部を複数形成し、かつ、前記第 2 の凹部に第 2 の反射領域を形成する工程と、前記第 1 の凹部が形成された面と前記第 2 の凹部が形成された面とが向き合うように前記第 1 の基材と前記第 2 の基材とを配置させる工程とを包含する光学素子の製造方法。

【請求項 18】 実質的に互いに直交する三角形の 3 面から形成される三角錐形状の第 1 の凹部が複数形成された第 1 の基材を用意する工程と、
40 実質的に互いに直交する三角形の 3 面から形成される三角錐形状の第 2 の凹部が複数形成された第 2 の基材を用意する工程と、

前記複数の第 1 の凹部が形成された面と前記複数の第 2 の凹部が形成された面とが向き合うように、前記第 1 の基材と前記第 2 の基材とを配置させる工程とを包含し、前記複数の第 1 の凹部によって規定される複数の第 1 の三角形の面と、前記複数の第 2 の凹部によって規定される複数の第 2 の三角形の面とによって構成される複数の立方体型コーナーキューブ形状に対応したコーナーキュー

ープのアレイを作製することを特徴とするコーナーキューブアレイの製造方法。

【請求項 19】 前記第 1 の凹部の前記直交する三角形の 3 面のそれぞれに反射領域を形成する工程と、前記第 2 の凹部の前記直交する三角形の 3 面のそれぞれに反射領域を形成する工程とをさらに包含し、前記第 1 の凹部に設けられた反射領域と前記第 2 の凹部に設けられた反射領域とのうち、一方が凹型反射領域として用いられ、他方が凸型反射領域として用いられるように、前記第 1 の凹部に設けられた反射領域と前記第 2 の凹部に設けられた反射領域とを実質的に連続するように位置させる請求項 18 に記載のコーナーキューブアレイの作製方法。

【請求項 20】 前記第 1 の基材と前記第 2 の基材とを配置させる工程の前に、前記第 1 の基材の前記三角錐形状の第 1 の凹部を、前記第 1 の凹部の形状に対応した形状を有する三角錐状の凸部で埋める工程と、前記第 1 の基材と前記第 2 の基材とを配置させる工程の後に、前記三角錐状の凸部を前記第 1 の基材上に固定する工程とをさらに包含する請求項 18 に記載のコーナーキューブアレイの作製方法。

【請求項 21】 コーナーキューブアレイの作製方法であって、互いに直交する二等辺三角形の 3 面を有する三角錐形状の複数の凹部を所定の面において有する基材を用意する工程と、前記基材の所定の面上に、互いに直交する二等辺三角形の 3 面を有する三角錐形状の複数の凸部を設ける工程とを包含し、前記三角錐状の複数の凸部を設ける工程は、前記複数の凸部を保持する保持部材を前記基材の所定の面上に配置させる工程と、前記保持部材から前記基材の所定の面上に前記複数の凸部を転写する工程とを包含するコーナーキューブアレイの作製方法。

【請求項 22】 コーナーキューブアレイの作製方法であって、互いに直交する二等辺三角形の 3 面を有する三角錐形状の複数の凹部を有する基材を用意する工程と、前記基材の所定の面上に、互いに直交する二等辺三角形の 3 面を有する三角錐形状の複数の凸部を設ける工程とを包含し、前記三角錐状の複数の凸部を設ける工程は、前記複数の凸部を保持する保持部材を前記基材の所定の面上に配置させる工程と、前記保持部材を溶かすことによって前記複数の凸部を基材の所定の面上に残す工程とを包含するコーナーキューブアレイの作製方法。

【請求項 23】 前記基材を用意する工程は、母材の 3 方向に溝を形成する工程と、前記溝が形成された母材の凹凸形状を転写材に転写する工程と、

前記転写材に形成された凹部を 1 つおきに埋める工程とを包含する請求項 21 または 22 に記載のコーナーキューブアレイの作製方法。

【請求項 24】 前記基材を用意する工程は、立方晶単結晶基板の〔111〕面を異方性エッチングする工程を包含する請求項 21 または 22 に記載のマイクロコーナーキューブアレイ作製方法。

【請求項 25】 前記基材を用意する工程は、母材に対して、互いに直交する 2 等辺三角形 3 面からなる三角錐状の凸部を有したピンを押し付ける工程を包含する請求項 21 または 22 に記載のマイクロコーナーキューブアレイ作製方法。

【請求項 26】 請求項 21 から 25 のいずれかの方法を用いて作製されたマイクロコーナーキューブアレイ。

【請求項 27】 請求項 21 から 25 のいずれかの方法を用いて作製されたマイクロコーナーキューブアレイ金型。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、反射機能を備える光学部材及びこれを用いた反射型表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、レンズ径が極めて小さいマイクロレンズやマイクロレンズアレイが開発されており、光通信や表示装置の分野での利用が進められている。また、このようなマイクロレンズやマイクロレンズアレイとともに、マイクロミラーやマイクロプリズム等のマイクロ光学素子の開発も進められており、これらのマイクロ光学素子の実現によって、光学技術及びディスプレイ技術の分野が一段と発展・充実することが期待されている。

【0003】 このようなマイクロ光学素子として形成された再帰性反射板を備える反射型液晶表示装置が、例えば、特開平 11-7008 号公報や特開 2000-19490 号公報などに記載されている。再帰性反射板を用いれば、光の入射方向と同じ方向に光を反射（すなわち再帰反射）させることができる。このため、上記反射型液晶表示装置では、使用者の目には、使用者の近傍から発せられた光の反射光が選択的に届き、外部のライトや太陽などの光源から発せられる光の反射光が届くことは防止される。これにより、外光の映り込みを抑えることができ、視認性を向上させることができる。また、この反射型液晶表示装置ではこのような再帰性反射板を用いて外光の映り込みを低減しているため、反射板の反射率を敢えて低下させるなどの方法によって反射光の強度を低下させる必要がない。これにより、明るくコントラストの高い表示を実現することが可能である。

【0004】 反射型液晶表示装置で用いられる再帰性反射板は、例えば、コーナーキューブアレイなどのマイクロ光学素子によって形成される。コーナーキューブは立方体の一隅を形成する形状を有し、典型的には、互いに

直交する 3 つの反射面を有し、入射された光を複数の反射面で反射することによって、入射方向にかかわらず光を元の方向に反射させることができる光学素子である。以下、図 1 を参照しながら、コーナーキューブアレイを用いて形成された再帰性反射板を備える従来の反射型液晶表示装置 80 の構成を説明する。

【0005】反射型液晶表示装置 80 は、コーナーキューブアレイ 83 が設けられた基板 82 と、観察者側に位置する透明基板 81 と、これらの基板 81、82 の間に挟持された高分子散乱型液晶層 84 とを備える。コーナーキューブアレイ 83 上には金属反射膜 85 が形成されており、黒表示時において、透明基板 81 および光透過状態に制御された高分子散乱型液晶層 84 を透過してきた光を、その入射方向と同じ方向に反射することができる。コーナーキューブアレイ 83 の凹部は、透明平坦化部材 86 によって埋められており、この平坦化部材 86 の上に透明電極 87 が形成されている。また、透明基板 81 の液晶層側には、カラーフィルタ層 88 および透明電極 89 が設けられている。反射型液晶表示装置 80 では、透明電極 87、89 間に印加する電圧を制御することによって、高分子散乱型液晶層 84 の光透過性（または散乱状態）を制御し、これにより、画像の表示を行なう。

【0006】表示装置 80 において用いられるコーナーキューブのサイズ L_1 は、画素サイズ L_2 以下であることが好ましい。このため、画素サイズ L_2 が $100\mu\text{m}$ 程度の表示装置に対して用いる場合、コーナーキューブのサイズ L_1 は数十 μm 以下であることが望ましい。例えば、特開平 11-7008 号公報において、四角錐形状の凹部のアレイを形成する場合において、最小サイズで、上縁部の一辺が $5\mu\text{m}$ 程度の四角錐状凹部を形成することが記載されている。

【0007】従来の反射型液晶表示装置において採用される再帰性反射板の形状は、三角錐状凹部、四角錐状凹部、または球状凹部などであることが多い。上述のような数十 μm 以下というようなサイズで且つ形状精度高く作製することができる光学素子の形状には限りがあった。凹部のみまたは凸部のみからなる形状の光学素子であれば、形成することは比較的容易である。また、高解像度を実現するために画素サイズの微細化が進められている表示装置の分野においては、サイズが非常に小さく、かつ、形状精度の高いマイクロコーナーキューブを作製することが求められるが、このような微細なコーナーキューブとして複雑な形状を有するものを作製することは困難であった。

【0008】一方、道路標識などにおいて用いられる比較的サイズの大きい再帰性反射板としては、より複雑な形状を有するコーナーキューブを用いたものが知られている。以下、図 2 (a) ~ (c) を参照しながら、このようなより複雑な形状を有するコーナーキューブの構成

を説明する。

【0009】図に示すように、コーナーキューブ 90 は、実質的に互いに直交する 3 つの略正方形の反射面 S_1 、 S_2 、 S_3 を備えた構造を有する。コーナーキューブ 90 に入射された光は、図 2 (c) に示すように、例えば 3 面 S_2 、 S_3 、 S_1 で反射され、入射方向と同一の方向に反射される。なお、コーナーキューブ 90 において、略正方形である各反射面 S_1 、 S_2 、 S_3 は、立方体の 6 面における共通する頂点を有する 3 面に対応している。図 2 (a) に示すように、コーナーキューブ 90 は、○で示す最頂点を有する凸部 92 (×で示す中位点によって規定されるレベルよりも上側にある部分) と、●で示す最底点を有する凹部 94 (×で示す中位点によって規定されるレベルよりも下側にある部分) とによって構成されている。

【0010】このようなコーナーキューブ 90 (以下、立方体型コーナーキューブと称する) は、凸部 92 と凹部 94 とを備えた形状を有しているため、特開平 11-7008 号公報等で記載されている三角錐状などの凹部もしくは凸部のみから形成される光学素子に比べて、作製することがより困難である。以下、図 2 に示した立方体型コーナーキューブアレイの従来の製造方法を説明する。

【0011】(ピン結束法) ピン結束法では、六角柱形状を有する金属のピンの先端に、互いに直交する正方形の 3 面を有するプリズムを設け、それらを何本も束ねてプリズム集合体を作製する。近接する 3 つのピンのそれぞれに設けられたプリズムの各 1 面ずつを用いて立方体型コーナーキューブが形成される。

【0012】ただし、この方法では、別々のピンに形成されたプリズムを集めてコーナーキューブアレイを形成するため、サイズの小さいコーナーキューブを作製することは実際には困難である。この方法を用いて作製できるコーナーキューブの寸法 (図 2 (b) に示す L_3 に相当する寸法) は 1mm 程度が限界であり、数十 μm サイズの立方体型コーナーキューブを形成することは困難である。

【0013】(プレート法) プレート法では、互いに平行な二平面を持つ平板を複数枚重ねあわせ、この重ね合わせた平板の端面において、平面に対して直角な方向に等しいピッチで V 溝を切削して頂角が約 90° の連続する屋根型の突起群を形成する。次に、各々の平板上に形成された屋根型突起群の屋根の頂部を、隣接する平板上に形成された V 溝の底部に一致させるように移動させることによって立方体型コーナーキューブアレイ用の金型を作製する。

【0014】ただし、この方法では、屋根型の突起が形成された平板を隣接する平板に対して適切な位置関係を有するように精度良く並べ換えて固定する必要がある。以上のように、 $100\mu\text{m}$ 以下のサイズを有する微細な

立方体型コーナーキューブを形成することは困難であった。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】 上述のように、反射型液晶表示装置の再帰性反射板において用いられるコーナーキューブは、画素サイズ以下のサイズを有する必要があるため、比較的容易に作製できる三角錐状の凹部のみまたは凸部のみなどから形成されていた。しかしながら、このような三角錐状の凹部のみあるいは凸部のみから形成されるコーナーキューブ（以下、三角錐型コーナーキューブと称する）を用いる場合、上述した立方体型コーナーキューブを用いる場合に比べて、入射光を再帰反射させる効率が低くなる。以下、図3（a）～（d）を参照しながら、三角錐型コーナーキューブおよび立方体型コーナーキューブのそれぞれを用いた場合における光の反射について説明する。

【0016】 図3（a）および（b）は、三角錐型コーナーキューブ96を示し、図3（c）および（d）は、立方体型コーナーキューブ98を示す。図3（b）に示すように、三角錐型コーナーキューブ96では、コーナーキューブの中央部に入射した光Aは図において点線で示すように再帰反射されるが、開口部を規定する三角形の頂点付近（角部）に入射した光Bは再帰反射されない。このため、三角錐型コーナーキューブ96では、図3（a）に示すように、その角部において非再帰領域96aが形成される。これに対し、図3（d）に示すように、立方体型コーナーキューブ98では、角部に入射した光であっても、再帰反射される。従って、立方体型コーナーキューブ98では、反射面における再帰反射可能領域が広く、入射される光のより多くを適切に再帰反射することが可能である。

【0017】 このように三角錐型コーナーキューブには非再帰領域が存在するため、反射型表示装置において三角錐型コーナーキューブの再帰性反射板を用いた場合、黒表示時に液晶層を透過した光の一部は再帰反射されず、入射方向と異なる方向に反射されることがあった。このことにより、使用者から離れたところから発せられる光の反射光の一部が使用者の目に届くことになり、これによってコントラストの低下が観察されるという問題が生じる。

【0018】 このような問題は、外光の映り込みを防止することを目的として再帰性反射板を用いている場合、特に大きな問題にはなされていなかったことである。なぜなら、三角錐型コーナーキューブから形成される再帰性反射板であっても、コーナーキューブの大部分において入射光は再帰反射されるため、外光の正反射光が使用者の目に届くことを防止するという効果は十分に得られたからである。

【0019】 反射型表示装置においてコントラストの低下を防ぐためには、立方体型コーナーキューブによって

形成された再帰性反射板を用いて、より高い効率で入射光を再帰反射させることが望ましい。しかし、上述した従来の立方体型コーナーキューブの製造方法では、比較的サイズの大きい立方体型コーナーキューブを作製することは可能であるが、100 μ m以下の微細な立方体型コーナーキューブを作製することは実際には不可能である。このことから、液晶表示装置に用いる再帰性反射板として立方体型コーナーキューブアレイを利用することは困難であった。

10 【0020】 また、立方体型コーナーキューブアレイ以外の他のマイクロ光学素子を作製する場合においても、複雑な形状を有する光学素子を微小なサイズで、かつ、形状精度高く作製することは非常に困難であるという問題があった。

【0021】 本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、所望の機能を実現できるとともに微細なサイズで作製することができる光学素子およびこれを用いた反射型表示装置を提供することをその目的とする。

20 【0022】

【課題を解決するための手段】 本発明の光学素子は、第1の凹部が複数形成された第1の面を有する第1の基材と、第2の凹部が複数形成された第2の面を有する光透過性の第2の基材とを備え、前記第1の面と前記第2の面とが対向するように前記第1の基材と前記第2の基材とが配置されている光学部材であって、前記第1の凹部において第1の反射領域が形成され、且つ、前記第2の凹部において第2の反射領域が形成されており、前記第2の基材を透過した光のうちの少なくとも一部は、前記第1の反射領域および前記第2の反射領域のうちの少なくとも一方の反射領域において反射される。

【0023】 好ましい実施形態において、前記第1の面には前記第1の凹部と平坦部とが形成されており、前記第2の面には前記第2の凹部と平坦部とが形成されており、前記第1の凹部と前記第2の凹部とは互いに対して対向しないように配置されている。

【0024】 好ましい実施形態において、前記第1の凹部と前記第2の凹部とは、実質的に同一形状を有している。

40 【0025】 好ましい実施形態において、前記第1の凹部および前記第2の凹部は三角錐形状を有し、前記第1の凹部および前記第2の凹部によってコーナーキューブが形成されている。

【0026】 好ましい実施形態において、前記第2の基材を透過した光のうちの少なくとも一部は、前記第1の反射領域と前記第2の反射領域との両方において反射され、これにより、前記反射された光は入射方向と実質的に同一の方向に進む。

50 【0027】 好ましい実施形態において、前記第1の反射領域および第2の反射領域は、金属膜によって形成さ

れている。

【0028】好ましい実施形態において、前記第2の反射領域は、前記第2の基材よりも屈折率が低い材料を用いて形成されている。

【0029】好ましい実施形態において、前記第1の凹部に形成された第1の反射領域上において前記第1の凹部を埋める部材を備え、前記第1の反射領域は、前記第1の凹部を埋める部材よりも屈折率が低い材料を用いて形成されている。

【0030】本発明の反射型表示装置は、上記いずれかの光学素子を備える反射型表示装置であって、前記第1の基材と前記第2の基材との間に挟持される光変調層を有する。

【0031】好ましい実施形態において、前記光変調層は、散乱型液晶から形成される。

【0032】好ましい実施形態において、前記第1の基材の第1の凹部を埋める第1の平坦化部材と、前記第2の基材の第2の凹部を埋める第2の平坦化部材とをさらに有し、前記散乱型液晶が前記第1の平坦化部材によって平坦化された面と第2の平坦化部材によって平坦化された面との間に挟持される。

【0033】好ましい実施形態において、前記散乱型液晶は、前記第1の基材に形成された前記第1の凹部に充填されている。

【0034】本発明の反射型表示装置は、上記第1の凹部および第2の凹部によってコーナーキューブが形成されている光学素子と、前記光学素子と対向するように設けられた透明基板と、前記光学素子と前記透明基板との間に挟持され、光散乱状態または光透過状態に制御される光変調層とを備える。

【0035】本発明のコーナーキューブのアレイは、互いに略直交する3つの表面を有し、前記コーナーキューブの前記3つの表面のそれぞれは、基材に形成された凹部が有する第1の面と、前記凹部に隣接するように前記基材上に設けられた凸部が有する第2の面とを含む。

【0036】好ましい実施形態において、前記基材は、前記凹部と、前記凹部に隣接する平坦部とを有し、前記凸部は前記平坦部上に固定されている。

【0037】好ましい実施形態において、前記凹部が有する前記第1の面および前記凸部が有する前記第2の面のそれぞれは略直角二等辺三角形の平面形状を有し、前記コーナーキューブの前記3つの表面のそれぞれは略正方形である。

【0038】本発明の光学素子の製造方法は、第1の基材に所定のパターンで第1の凹部を複数形成し、かつ、前記第1の凹部に第1の反射領域を形成する工程と、第2の基材に、前記所定のパターンに対応するパターンで第2の凹部を複数形成し、かつ、前記第2の凹部に第2の反射領域を形成する工程と、前記第1の凹部が形成された面と前記第2の凹部が形成された面とが向き合うよ

うに前記第1の基材と前記第2の基材とを配置させる工程とを包含する。

【0039】本発明のコーナーキューブアレイの製造方法は、実質的に互いに直交する三角形の3面から形成される三角錐形状の第1の凹部が複数形成された第1の基材を用意する工程と、実質的に互いに直交する三角形の3面から形成される三角錐形状の第2の凹部が複数形成された第2の基材を用意する工程と、前記複数の第1の凹部が形成された面と前記複数の第2の凹部が形成された面とが向き合うように、前記第1の基材と前記第2の基材とを配置させる工程とを包含し、前記複数の第1の凹部によって規定される複数の第1の三角形の面と、前記複数の第2の凹部によって規定される複数の第2の三角形の面とによって構成される複数の立方体型コーナーキューブ形状に対応したコーナーキューブのアレイを製作することを特徴とする。

【0040】好ましい実施形態において、前記第1の凹部の前記直交する三角形の3面のそれぞれに反射領域を形成する工程と、前記第2の凹部の前記直交する三角形の3面のそれぞれに反射領域を形成する工程とをさらに包含し、前記第1の凹部に設けられた反射領域と前記第2の凹部に設けられた反射領域とのうち、一方が凹型反射領域として用いられ、他方が凸型反射領域として用いられるように、前記第1の凹部に設けられた反射領域と前記第2の凹部に設けられた反射領域とを実質的に連続するように位置させる。

【0041】好ましい実施形態において、前記第1の基材と前記第2の基材とを配置させる工程の前に、前記第1の基材の前記三角錐形状の第1の凹部を、前記第1の凹部の形状に対応した形状を有する三角錐状の凸部で埋める工程と、前記第1の基材と前記第2の基材とを配置させる工程の後に、前記三角錐状の凸部を前記第1の基材上に固定する工程とをさらに包含する。

【0042】本発明のコーナーキューブアレイの製造方法は、互いに直交する二等辺三角形の3面を有する三角錐形状の複数の凹部を所定の面において有する基材を用意する工程と、前記基材の所定の面上に、互いに直交する二等辺三角形の3面を有する三角錐形状の複数の凸部を設ける工程とを包含し、前記三角錐状の複数の凸部を設ける工程は、前記複数の凸部を保持する保持部材を前記基材の所定の面上に配置させる工程と、前記保持部材から前記基材の所定の面上に前記複数の凸部を転写する工程とを包含する。

【0043】本発明のコーナーキューブアレイの製造方法は、互いに直交する二等辺三角形の3面を有する三角錐形状の複数の凹部を有する基材を用意する工程と、前記基材の所定の面上に、互いに直交する二等辺三角形の3面を有する三角錐形状の複数の凸部を設ける工程とを包含し、前記三角錐状の複数の凸部を設ける工程は、前記複数の凸部を保持する保持部材を前記基材の所定の面

上に配置させる工程と、前記保持部材を溶かすことによって前記複数の凸部を基材の所定の面上に残す工程とを包含する。

【0044】好ましい実施形態において、前記基材を用意する工程は、母材の3方向に溝を形成する工程と、前記溝が形成された母材の凹凸形状を転写材に転写する工程と、前記転写材に形成された凹部を1つおきに埋める工程とを包含する。

【0045】好ましい実施形態において、前記基材を用意する工程は、立方晶単結晶基板の{111}面を異方性エッチングする工程を包含する。

【0046】好ましい実施形態において、前記基材を用意する工程は、母材に対して、互いに直交する2等辺3角形3面からなる3角錐状の凸部を有したピンを押し付ける工程を包含する。

【0047】本発明のマイクロコーナーキューブアレイまたはマイクロコーナーキューブアレイの金型は、上記いずれかの方法を用いて作製されている。

【0048】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。なお、図面を通じて同様の機能を有する部材には同一の参照符号を付している。

【0049】（実施形態1）本実施形態では、微細な立方体型コーナーキューブのアレイによって構成される再帰性反射板について説明する。

【0050】図4（a）および（b）は、本実施形態の再帰性反射板を作製するために用いられる金型40を示す。この金型40は、三角錐の凸部を有する高硬度のピンを切削加工によって作製し、このピンを金属板に対して所定のピッチで多数回型押しした後、この金属板を用いて電鍍法によって凹部と凸部とを反転させることにより形成されている。図4（a）および（b）に示すように、金型40の表面には、複数の微細な三角錐状凸部42（三角錐の底面の一辺が例えば50μm程度）が平坦部44と交互に配置するように形成されている。この三角錐状凸部42は、好ましくは、互いに直交する3面を備える形状（三角錐型コーナーキューブ）とされる。

【0051】図5は、図4に示した金型を用いて作製される再帰性反射板50を示す。本実施形態の再帰性反射板50は、図5（a）および（b）に示す上側部分50aと、図5（c）および（d）に示す下側部分50bとを、図5（e）および（f）に示すように貼り合わせるによって形成されている。以下、再帰性反射板50の構成を説明する。

【0052】図5（a）および（b）に示すように、上側部分50aは、ガラスなどから形成される透明基板1と、この透明基板1の一方の面上において設けられた透明樹脂層2とを有している。透明樹脂層2の表面には、微細な三角錐状凹部52のアレイが形成されている。なお、三角錐状凹部52が並んだ方向において、透明樹脂

層2の表面には三角錐状凹部52と平坦部54とが交互に配置されている。

【0053】このような三角錐状凹部52を有する透明樹脂層2は、透明基板1上に紫外線硬化性の透明樹脂材料を設け、この透明樹脂材料に対して図4に示した金型を用いて型押しを行ない、その後、紫外線を照射して透明樹脂材料を硬化させることによって形成される。透明樹脂材料としては、例えば、株式会社アーデル製の商品名V300（屈折率1.52）を使用することができる。硬化条件は、例えば、露光温度が50℃で、紫外線露光量は50mW/cm²×60秒である。

【0054】次に、このようにして形成された透明樹脂層2の平坦部分54上をマスクで覆い、三角錐状凹部52のみに金属反射膜3を形成する。金属反射膜3は、例えば、アルミニウム膜を真空蒸着装置にて100nmの厚さで堆積させることによって形成される。金属反射膜3は、銀等の他の金属によって形成されていてもよい。なお、この反射膜の凹凸の程度は、光を鏡面反射させることができる程度に小さいことが望ましい。

【0055】一方、下側部分50bもまた、基板5の片面に、複数の三角錐状凹部52が配列された樹脂層4が設けられた構成を有しており、上側部分50aと同様の方法によって作製することができる。本実施形態では、上側部分50aに形成される三角錐状凹部の形状と下側部分50bに形成される三角錐状凹部の形状とは実質的に同じである。ただし、下側部分50bを構成する基板5および樹脂層4は、上側部分50aを構成する基板1および樹脂層4のように透明である必要はない。再帰性反射板50では、再帰反射させるべき光が入射する側の部材（この例では上側部分50a）が透明であればよい。

【0056】また、下側部分50bの樹脂層4の三角錐状凹部52にも金属反射膜3を形成するが、この金属反射膜3も上側部分50aに設けた金属反射膜3と同様に形成することができる。ただし、下側部分50bでは、樹脂層4の三角錐状凹部52に金属反射膜3が設けられている限り、樹脂層4の平坦部54には、金属反射膜3が設けられていなくても何れでもよい。

【0057】次に、上側部分50aおよび下側部分50bにおける反射膜3が形成された凹部52を透明平坦化部材6によって埋め、樹脂が設けられた側の表面を平坦化する。この透明平坦化部材6は、凹部52に塗布された紫外線硬化樹脂を紫外線照射によって硬化させることによって形成される。なお、この平坦化部材6は、例えば、上記透明樹脂層2と同じ材料から形成される。

【0058】こうして形成した上側部分50aと下側部分50bとを、樹脂が設けられた側が対向するように貼り合わせる（図5（e）および（f）参照）。このとき、上側部分50aの凹部52（または平坦化部材6）と下側部分50bの平坦部54とが対向し、かつ、上側部分

50aの平坦部54と下側部分50bの凹部52(または平坦化部材6)とが対向するように両部分50a、50bを位置合わせした状態で貼り合わせる。これにより、各部分50a、50bにおける凹部52は、基板面に垂直な方向において互いに重ならないように配置される。なお、貼り合せ方法としては、上側部分50aの表面に紫外線硬化接着剤を塗布し、UV(紫外線)プレス機を用いて接着剤に紫外線を照射しながら両部分50a、50bを加圧することによって貼り合せの方法を採用することができる。接着剤としては、株式会社アーデル製の商品名オプトクレープMO5を使用することができる。貼り合せ条件は、例えば、圧力が0.9Kg/cm²で、紫外線露光量は8mW/cm²×600秒である。

【0059】このようにして、上側部分50aと下側部分50bとから構成される再帰性反射板50が形成される。再帰性反射板50において、上側部分50aにおいて設けられた反射領域R1(図5(a)および(b)参照)と、下側部分50bにおいて設けられ、反射領域R1に対向しないように配置された反射領域R2(図5(c)および(d)参照)とによって、立方体型コーナーキューブの一つの反射領域R3(図5(e)および(f)参照)が形成されている。このように、本実施形態では、上側部分50aの凹部に設けられた反射領域を立方体型コーナーキューブの凸部における反射領域として利用し、下側部分50bの凹部に設けられた反射領域を立方体型コーナーキューブの凹部における反射領域として利用しており、これによって、凹凸が組み合わされた複雑な形状を有する立方体型コーナーキューブを実現している。

【0060】このようにして形成された再帰性反射板50では、透明基板1および透明樹脂層2を透過してきた入射光を、その入射方向と同じ方向に反射させることができる。なお、入射光を金属反射膜3によって適切に再帰反射させるためには、透明樹脂層2と透明平坦化部材6との境界面において光がなるべく反射しないことが望ましい。このような境界面での反射は、透明樹脂層2および透明平坦化部材6の材料を適切に選択することによって抑制され得る。例えば、透明樹脂層2の屈折率に対する透明平坦化部材6の屈折率の大きさを所定のレベル

【0061】以上説明した本実施形態の再帰性反射板50を用いれば、三角錐型コーナーキューブを用いて形成される従来の再帰性反射板を用いた場合に比べて、より高い効率で入射光を再帰反射させることが可能である。また、再帰性反射板50における立方体型コーナーキュー

ーブは、三角錐型コーナーキューブを作製するのと同様の形状精度で作製され得、また、サイズも2倍程度で作製され得る。従って、微細で高精度な立方体型コーナーキューブアレイを作製することが可能である。

【0062】(実施形態2)本実施形態では、立方体型コーナーキューブのアレイによって構成される再帰性反射板を実施形態1と異なる方法によって作製する場合を説明する。

【0063】図6(a)および(b)は、本実施形態の再帰性反射板を作製するために用いられる金型60を示す。金型60の表面には、複数の微細な三角錐状凸部62(三角錐の底面の一边が例えば50μm程度)が一面に形成されている。この三角錐状凸部62は、好ましくは、互いに直交する3面を備える形状を有している。

【0064】このような金型60は、次のようにして作製することができる。まず、図7(a)に示すような切削工具を用いて、図7(b)に示すように、金属板等の平板の表面において三方向に複数のV溝を形成することによって、○で示す最頂点を有する複数の三角錐状凸部を形成する。この方法によれば、底面の一边が数十μm程度の微細な三角錐状凸部を作製することができる。これにより、図6(a)および(b)に示すような金型60を作製することができる。

【0065】以下、このような金型60を用いて、立方体型コーナーキューブアレイを作製する場合を説明する。

【0066】まず、実施形態1と同様に、少なくとも一方が透明の一对の基板を用意し、各基板の一方の面に紫外線硬化性の透明樹脂を設け、凸型三角錐が複数形成された金型60にて型押し後、紫外線を照射することによって樹脂を硬化させる。次に、一方の基板は、樹脂面に形成された複数の三角錐状凹部において同じ向きの三角形の底面を有する第1の部分(図6(b)において斜線を引いた領域に対応する部分)にマスクを設け、第1の部分とは逆向きの三角形の底面を有する第2の部分(図6(b)において斜線を引いていない領域に対応する部分)のみに金属反射膜を形成する。また、他方の基板は、それとは逆に、樹脂面の第2の部分にマスクを設け、第1の部分のみに金属反射膜を形成する。次に、実施形態1と同様に、金属反射膜が形成された凹部を透明樹脂材料で埋めることによって平坦化した後、一方の基板の樹脂層における第1の部分および第2の部分が、他方の基板の樹脂層における第1の部分および第2の部分とそれぞれ重なるようにこれらを貼り合わせる。これにより、実施形態1と同様の立方体型コーナーキューブアレイを形成することができる。

【0067】(実施形態3)本実施形態では、実施形態1の再帰性反射板50のように金属反射膜3を用いて反射領域を形成するのではなく、他の方法によって反射領域を形成した再帰性反射板について説明する。

【0068】図8は、本実施形態の再帰性反射板64の構成を示す。本実施形態では、各基板1、5上に設けられた樹脂層2、4のそれぞれの凹部において、反射領域を形成するために低屈折率材料膜7が設けられている。その他の構成は、実施形態1の反射板と同様である。

【0069】以下、再帰性反射板64の製造工程を説明する。まず、実施形態1と同様に、金型40（図4参照）を用いて、表面に複数の三角錐状凹部が設けられた樹脂層2、4を各基板1、5上に形成する。なお、本実施形態では、透明樹脂層2、4を可視光硬化型の樹脂材料（株式会社アーデル製の商品名オプトクレープHV16）から形成し、可視光照射にて硬化させた。この樹脂層の屈折率 n_1 は1.60である。

【0070】次に、これらの樹脂層2、4上に、これより屈折率の低い樹脂材料を塗布し、凸型三角錐の金型にて型押し後、紫外線照射にて硬化させることによって低屈折率材料膜7を形成する。低屈折率材料膜7としては、JSR社製の商品名オプスターJM5010を使用した。この低屈折率材料膜7の屈折率 n_2 は1.41である。また、硬化条件を、紫外線露光30mW/cm² × 10秒として硬化を行なった。

【0071】なお、低屈折率材料膜7は、他の形態で形成されていてもよい。例えば、空隙部分のサイズが光の波長よりも十分に短い多孔質の物質であるエアロゲル（例えば、シリカエアロゲル）を用いて、低屈折率材料膜7を形成してもよい。エアロゲルは、通常、透明性が極めて高く、かつ、屈折率が1.1程度と非常に低い個体である。このため、本実施形態の低屈折率材料膜7として用いるのに適切な材料である。また、低屈折率材料膜7の代わりに空気層を形成してもよい。この場合、例えば、揮発性の液体などを用いて空気層を形成すべき空隙を埋めておき、樹脂などによってこの空隙の周囲を固めれば、液体が揮発した後において樹脂に囲まれた空気層を形成する。

【0072】次に、樹脂層2、4のそれぞれにおいて、低屈折率材料膜7が形成された凹部に、樹脂層2、4を形成するために用いたのと同じ樹脂材料を塗布し、光照射にて硬化させることによって透明平坦化部材6を形成する。透明平坦化部材の屈折率は、低屈折率材料膜7の屈折率よりも大きい。このようにして形成された上側部分と下側部分とを実施形態1において説明したのと同様の方法で貼り合わせることによって、立方体型コーナーキューブアレイが形成された再帰性反射板64を作製することができる。

【0073】このように実施形態1で示した金属反射膜3に代えて、低屈折率材料膜7を用いることによって、透明基板および透明樹脂層を透過した光を反射させることが可能である。低屈折率材料膜7の屈折率は、透明樹脂層2の屈折率よりも大きく、透明平坦化部材6の屈折率よりも大きい。このため、透明樹脂層2と低屈折

率材料膜7との境界面および透明平坦化部材6と低屈折率材料膜7との境界面において所定の角度以上の入射角で入射した光は全反射される。従って、入射光が反射面において吸収されることがなく、光利用効率の高い全反射タイプのマイクロコーナーキューブアレイを得ることができる。

【0074】（実施形態4）本実施形態では、上記実施形態1で説明した立方体型コーナーキューブアレイを有する再帰性反射板50を用いた液晶表示装置を説明する。

【0075】図9は、本実施形態の反射型液晶表示装置70を示す。反射型液晶表示装置70は、実施形態1で示した再帰性反射板50と、この再帰性反射板50に対向するように設けられた透明基板20と、これらの間に挟持される散乱型液晶層8とを有している。

【0076】ガラス板などから形成される透明基板20の液晶層側表面上にはカラーフィルタ層9および透明電極10が設けられており、再帰性反射板50の液晶層側表面上には透明電極10が設けられている。このように構成された反射型液晶表示装置70では、対向して配置された透明電極10を用いて散乱型液晶層8に所定の電圧を印加することによって、散乱型液晶層8を画素領域Rp毎に光散乱状態または光透過状態のいずれかに制御することができる。散乱型液晶層8は、例えば、高分子分散型液晶、ネマティック-コレステリック相転移型液晶、液晶ゲルなどによって形成される。

【0077】なお、本実施形態の反射型液晶表示装置70は、液晶層を挟持する一方の基板として再帰性反射板50を用いるようにすれば、従来の反射型液晶表示装置を作製する方法と同様の方法で作製され得る。

【0078】以下、反射型液晶表示装置70の表示動作について説明する。

【0079】まず、白表示の動作について説明する。白表示では、液晶層8が散乱状態に制御されており、透明基板20およびカラーフィルタ9を透過した外部からの光は液晶層8において散乱される。このとき、液晶層8において後方散乱された光が観察者側に戻る。また、本実施形態の表示装置70では、液晶層8を透過した直進光および前方散乱された光の多くが再帰性反射板50の反射膜3によって反射され、再び散乱状態の液晶層8を通過して観察者側に戻る。このため、後方散乱された光のみでなく、より多くの光が観察者側に戻る。従って、入射光を効率良く利用し明度の高い表示を実現することができる。

【0080】次に、黒表示の動作について説明する。黒表示では、液晶層8が透過状態に制御されており、透明基板20およびカラーフィルタ9を透過した外部からの光は液晶層8を透過する。液晶層8を透過した光は、再帰性反射板50の反射膜3で再帰反射され、元の方

10

20

30

40

50

とは防止され、観察者の眼に届く光の多くは観察者の眼の近傍から発せられた光の反射光である。また、再帰性反射板 50 におけるコーナーキューブの最小単位構造のサイズは画素サイズ (例えば $100\mu\text{m}$) 以下と非常に小さいため、観察者の眼には、観察者の黒い瞳の像が映ることになる。このため、良好な黒表示を実現することができる。

【0081】また、本実施形態の反射型表示装置 70 では、立方体型コーナーキューブアレイから構成した再帰性反射板 50 を用いているので、三角錐型コーナーキューブアレイから構成した反射板を用いる場合に比べて、観察者の周囲から発せられた外光をより高い効率で元の方

向へと再帰反射させることができる。このため、黒表示時に観察者の眼に届き得る所望でない光の量を低減することができる。これによって、高いコントラスト比を得ることができる。

【0082】(実施形態 5) 実施形態 5 では、実施形態 4 とは別の形態の液晶表示装置を説明する。

【0083】図 10 は、本実施形態の反射型液晶表示装置 72 を示す。反射型液晶表示装置 72 は、図 5 に示した再帰性反射板 50 の上側部分 50a と類似した構成を有する観察者側基板 72a と、下側部分 50b と類似した構成を有する非観察者側基板 72b との間に散乱型液晶層 8 が挟持された構成を有している。観察者側基板 72a および非観察者側基板 72b のそれぞれの液晶層側表面上において、散乱型液晶層 8 の散乱状態 (または透過状態) を制御する電圧を印加するための透明電極 10 が設けられている。また、観察者側基板 72a には、透明基板 1 と透明樹脂層 2 との間にカラーフィルター層 9 が設けられている。

【0084】以下、反射型液晶表示装置 72 の製造方法を説明する。まず、観察者側基板 72a を作製するために、ガラスなどから形成される透明基板 1 の一方の面に公知の方法を用いてカラーフィルター層 9 を形成し、その上に設けた紫外線硬化性の透明樹脂材料に対して図 4 に示した金型を用いて型押しした後、紫外線を照射して透明樹脂材料を硬化させる。これにより、複数の三角錐状の凹部が形成された表面を有する透明樹脂層 2 が形成される。透明樹脂材料としては、日本科薬社製の商品名 S R 35 を使用した。硬化条件は、例えば、露光温度が 50°C で、紫外線露光量は $50\text{mW}/\text{cm}^2 \times 60\text{秒}$ である。

【0085】次に、この透明樹脂層 2 の全面に対して真空蒸着装置を用いてアルミニウム膜を 100nm の厚さで形成した後、エッチングプロセス (エッチング液: 硝酸+リン酸+酢酸+水の混合液) によって三角錐状凹部以外の平坦部に設けられたアルミニウム膜を除去し、三角錐状凹部のみに選択的に金属反射膜 3 を形成する。次に、金属反射膜 3 が形成された三角錐状凹部において、平坦化を目的として紫外線硬化樹脂材料を塗布し、これ

を紫外線照射にて硬化させることによって透明平坦化部材 6 を形成する。このようにして平坦化された樹脂層の表面上に ITO (インジウム錫酸化物) から形成される導電膜をスパッタ装置にて形成し、所望の形状にパターニングすることによって透明電極 10 を形成する。これにより、観察者側基板 72a が作製される。

【0086】一方、非観察者側基板 72b を作製するために、基板 5 上に樹脂材料を設け、凸型三角錐の金型にて型押し後、これを紫外線照射にて硬化させることによって複数の三角錐状の凹部が形成された表面を有する樹脂層 4 が形成される。これ以降は観察者側基板 72a と同様にして、金属反射膜 3 および透明電極 10 を形成することによって非観察者側基板 72b が作製される。

【0087】次に、観察者側基板 72a と非観察者側基板 72b とを、樹脂が設けられた側を内側にして約 $10\mu\text{m}$ のギャップを設けて貼り合わせる。このとき、各基板 72a, 72b に設けられた反射膜 3 によって実質的な立方体型コーナーキューブアレイが形成されるように、各基板 72a, 72b の凹部同士が対向しないようにこれらを配置させる。このようにして貼り合わせられた基板間に設けられた間隙に散乱型液晶材料を注入することによって、散乱型液晶層 8 が形成される。なお、上記基板の貼り合わせ工程および液晶注入工程は、従来の液晶表示装置を作製するために用いられる方法と同様の方法によって行なうことができる。このようにして、実質的に立方体型コーナーキューブアレイが設けられた反射型液晶表示装置 72 を作製することができる。

【0088】上述のように、反射型液晶表示装置 72 では、観察者側基板 72a に設けられた反射領域 R1 と非観察者側基板 72b に設けられた反射領域 R2 との間には液晶層 8 が介在されており、これらの反射領域 R1, R2 は連続していない。しかし、各反射領域 R1, R2 の法線方向が同じ方向になるようにしておけば、外部から入射された光を適切に再帰反射させることが可能であり、反射領域 R1, R2 は、実質的に立方体型コーナーキューブを形成する反射面の 1 つとして機能し得る。

【0089】以下、図 11 および図 12 を参照しながら、上述のように構成された反射型表示装置における、コーナーキューブの最小単位構造に対応するサイズ S1, S2 と、カラーフィルタにおいて R (赤)、G (緑)、B (青) の各色を示す領域 (ドット) のサイズ S0 との関係を説明する。

【0090】図 11 に示す表示装置では、コーナーキューブアレイの最小単位構造のサイズ S1 は、各色を示すドットサイズ S0 以下 (図では略同サイズ) であり、図 12 の表示装置では、コーナーキューブアレイの最小単位構造のサイズ S2 は、各色を示すドットサイズ S0 よりも大きい。より具体的には、本実施形態では、各色を示すドットが $100\mu\text{m}$ ピッチとなるように作製しており、前者のコーナーキューブアレイの最小単位構造は 1

00 μ m、後者のコーナーキューブアレイの最小単位構造は200 μ mとなるよう作製した。

【0091】コーナーキューブアレイは入射光を再帰反射し、入射光方向へと反射するという特性を有しているが、その際同時に光線を中心軸16に対して対称位置に並進移動させるという特性も有している。

【0092】図11に示す表示装置では、赤色(R)のカラーフィルター層9を透過した入射光14に対する反射光15も同様に赤色のカラーフィルター層9を透過するが、図12に示す表示装置では、赤色のカラーフィルター層9を透過した入射光14に対する反射光15が緑色のカラーフィルター層9を透過するため、異なる色のカラーフィルター層を透過した光が出射される。

【0093】従って、再帰性反射板を構成する光学部材の最小単位構造が各色を示すドットサイズ以下となるようにすることで、入射光と出射光とが異なる色を示すカラーフィルター層を通過することを防止することができる。これにより、混色を防ぎ、輝度および色度の低下を避けることができる。

【0094】(実施形態6) 実施形態6では、実施形態4および5とは別の形態の液晶表示装置を説明する。

【0095】図13は、本実施形態の反射型液晶表示装置74を示す。図示するように、反射型液晶表示装置74は、観察者基板74aと非観察者側基板74bとが貼り合わせられた構成を有している。観察者基板74aは、実施形態5において説明した観察者側基板72aと同様の構成を有しており、観察者側基板72aと同様の方法で作製することができる。

【0096】一方、非観察者側基板74bの樹脂層4に形成された三角錐状凹部には、散乱型液晶8が充填されている。また、この三角錐状凹部において金属反射電極膜11が形成されている。本実施形態の反射型液晶表示装置74では、金属反射電極膜11は、入射光を反射する機能を有するとともに、散乱型液晶8に電圧を印加する電極としての機能をも有する。金属反射電極膜11は、実施形態5における非観察者側基板72bの金属反射膜3と同様の方法によって形成することができる。

【0097】このような構成によれば、観察者側基板74aと非観察者側基板74bとの間にギャップを設けることなく液晶層を配置させることができるため、より再帰性が高く、光の利用効率の向上した立方体型コーナーキューブアレイを形成することができる。これにより、明るい視認性の良い表示を実現することが可能になる。

【0098】(実施形態7) 実施形態7では、それぞれにおいて複数の凹部が形成された2枚の基板を貼り合わせることで、立方体型コーナーキューブとは異なる形態の光学素子を作製する場合を説明する。

【0099】図14および図15は、所定の方向から入射された光を正反射方向とは異なる方向に選択的に反射させるための反射板を示す。このような反射板を用いた

反射型液晶表示装置は、例えば、特開2000-221497号公報において記載されている。

【0100】図14(a)および図15(a)に示す反射板76は、図14(b)および図15(b)に示す透明な観察者側基板76aと、図14(c)および図15(c)に示す非観察者側基板76bとが重ねられた構成を有している。

【0101】観察者側基板76aおよび非観察者側基板76bのそれぞれにおいて、互いに対して対向する面に複数の三角錐状凹部が設けられている。各基板の凹部には、反射面R4、R5と光吸収面R6、R7が設けられており、基板が貼り合わされた状態(図14(a))において、各反射面R4、R5が連続するように配置されることで1つの反射領域が形成され、各光吸収面R6、R7が連続して配置されることで1つの光吸収領域が形成されている。このようにして形成された反射板76は、主要な入射光を正反射方向ではない方向へ選択的に反射するように機能する。

【0102】また、他の反射板を図16および図17に示す。これらの図に示される反射板も、所定の角度を有する入射光を所望の角度に選択的に反射させるために用いることができる。図16および図17からわかるように、反射板78は、基板78aと基板78bとを貼り合わせることで形成されており、基板78aの凹部において設けられた反射面R11、R12、R13および光吸収面R21と、基板78bの凹部において設けられた反射面R14、R15、R16および光吸収面R22とを利用して複雑な凹凸形状を有する反射板が実現される。

【0103】(実施形態8) 実施形態8では、複数の凹部が設けられた基板上に複数の凸部を設け、これらの凹部と凸部とによって立方体型コーナーキューブを作製する場合について説明する。

【0104】まず、実施形態2(図7(a))で説明したような切削工具を用いて、真鍮やニッケルなどから形成される金属板(母材)の表面において、3方向にそれぞれ複数のV溝を形成する。この切削方向は、図18(a)に示すように、ある1つの切削方向D1を基準として+60度方向D2および-60度方向D3の3方向としている。また、切削バイトの刃の角度は約70.5度とし(図18(b))、同じ方向に延びる溝のピッチが10 μ mとなるように切削する。

【0105】その結果、金属板の表面には各方向に延びる溝の内面によって構成される三角錐状の凸部が複数隙間なく形成される。図20(a)は、このようにして形成された三角錐状の凸部の斜視図である。上述のように切削バイトの刃の角度を調節しているので、三角錐の凸部を構成する三角形の3面は直角二等辺三角形をなし、互いに直交する。なお、各三角錐状の凸部の底面は正三角形をなす。

【0106】また、図19(a)に示すように、これら

複数の三角錐の凸部が形成された領域 106 の外側に、アライメントマーカー用の切削溝 104 を設ける。この際、アライメントマーカー用の切削溝 104 の底が、上記複数の三角錐の凸部の底面と同じ水平位置となるように切削溝 104 を形成する。これにより、金型 102 が完成する。

【0107】次に、図 19 (b1) に示しているように、作製した金型 102 からアクリル材（例えば、三菱レイヨン社製のアクリペット（商品名））などによって反転型 110 を作製する。この反転型 110 には、図 20 (b) に示すように、金型 106 の三角錐状の凸部に対応した形状を有する多数の三角錐状の凹部が形成される。すなわち、この三角錐状の凹部を形成する 3 つの直角二等辺三角形の面も、互いに略直交する関係を持っている。

【0108】さらに、図 19 (c1) に示しているように、この反転型 110 の凹部は、例えば、光硬化性の樹脂材料 112 によって埋められる。本実施形態では、樹脂材料 112 として、ネガ型のフォトレジスト（東京応化社製の ONNR-22（商品名））を用いている。これにより、反転型 110 の凹部は平坦化される。なお、この平坦化する工程の詳細については後述する。

【0109】一方、図 19 (b2) に示しているように、上記の金型 102 からニッケルなどの材料を用いて別の反転型 120 を作製する。この反転型 120 も、図 20 (b) に示すように、互いに略直交する 3 つの二等辺三角形の面によって構成される多数の三角錐状の凹部が形成される。

【0110】さらに、図 19 (c2) に示しているように、この反転型 120 の凹部は、例えば、光硬化性の樹脂材料 122 で埋められる。本実施形態では、樹脂材料 122 として、ネガ型のフォトレジスト（東京応化社製の ONNR-22（商品名））を用いている。これにより、反転型 120 の凹部は平坦化される。なお、この平坦化する工程の詳細については以下に述べる。

【0111】本実施形態では、反転型 110 および 120 の凹部を樹脂材料 112 および 122 で埋めることによって平坦化するときに、図 21 に示すような装置 210 を用いている。この平坦化装置 210 では、基板 212（ここでは反転型 110 および 120）の表面に塗布すべき液体 214（硬化前の光硬化性樹脂材料 112、122）を液だめに溜め、毛細管現象を利用してノズル 216 の先端部から液体 214 を供給する。そして、ノズル 216 の先端部に接するように配置された基板 212 を、ノズル 216 と接した状態を保ったままで水平方向に移動させることによって、液体 214 を基板 212 の全体にわたって塗布することができる。このようにすれば、液体 214 が塗布された後の基板面を平坦化することができる。ただし、より平坦化することが望ましい場合には、反転型 110 および 120 の凹部を樹脂材料

112 および 122 で埋め、この樹脂材料 112 および 122 を硬化させた後で、基板面を研磨するようにしてもよい。

【0112】次に、図 19 (d1) および (d2) に示すように、遮光部 114a と透過部 114b とを有するフォトマスク 114、および、遮光部 124a と透過部 124b とを有するフォトマスク 124 のそれぞれを用いて樹脂材料 112 および 122 をそれぞれ露光する。このフォトマスク 114 および 124 における遮光部 114a、124a および透過部 114b、124b の平面形状は、樹脂材料 112 および 122 によって埋められた三角錐状の凹部に対応する正三角形である。各フォトマスク 114 および 124 において、遮光部 114a、124a と透過部 114b、124b とは交互に設けられる。ただし、フォトマスク 114 とフォトマスク 124 とでは、遮光部の位置と透過部の位置とが逆になっている。

【0113】本実施例では、ネガ型レジストを用いているため、透過部を通過した光によって露光された部分が硬化する。従って、図 19 (e1) および (e2) に示すようにフォトマスクの透過部に対応する凹部に設けられた樹脂材料が選択的に硬化され、この部分のみが平坦化部材 116、126 として残るように現像される。図 20 (e1) および (e2) は、このようにして所定の凹部が選択的に埋められ、平坦化された反転型 110 および 120 をそれぞれ示す。

【0114】次に、図 19 (f1) に示しているように、アクリル材を用いて形成された反転型 110 では、平坦化部材 116 で埋められていない、残された凹部 117 に対して、離形材（例えば、ダイキン工業社製のダイフリー（商品名））を塗布した後に、光硬化性のアクリレートモノマーを充填し、これを露光して重合させることによって硬化させ、三角錐状の固体 118 を形成する。なお、この固体 118 の露出面は平坦であることが望ましいことから、図 21 に示した平坦化装置 210 を用いてモノマーなどを充填したり、モノマーを硬化後にその露出面を研磨するようにしてもよい。

【0115】また、もう一方のニッケルから形成される反転型 120 では、平坦化部材（ネガ型フォトレジスト）126 上に接着剤 128（例えば、三井化学社製のストラクトボンド（商品名））を塗布する。塗布する手法としては、ディスペンサーを使用する方法や、スクリーン印刷法を用いることができる。なお、接着剤 128 に粒径 1 μm 程度のプラスチックビーズを混入させることで、接着剤 128 の厚みをより適切に制御することができる。

【0116】次に、図 19 (g) に示すように、図 5 (f1) に示した反転型 110 と、図 5 (f2) に示した反転型 120 とを密着させるが、反転型 110 に保持されている固体 118 と、反転型 120 の凹部を埋める

平坦化部材 126 とが対向し、これらが接着剤 128 によって互いに対して固定されるように反転型 110 および 120 を対峙させる。この際、各反転型 110 および 120 に設けられたアライメントマーカ 115 を用いることで、精度の高い貼り合わせが可能である。これにより、立方体型コーナーキューブを構成する略正方形の各面の面精度（平坦度）を良好にすることができる。

【0117】次に、図 19 (h) に示すように、反転型 110 を剥離する。これによって、図 20 (h) に示すように、反転型 110 に保持されていた固体 118 が反転型 120 状に転写され、立方体型のマイクロコーナーキューブアレイが形成される。なお、このようにして表面にマイクロコーナーキューブアレイ形状を有する反転型 120 を、樹脂層などの表面にマイクロコーナーキューブアレイを作製するための型として用いることもできる。この場合、上述の反転型 120 から電鍍法によって表面がニッケルなどの材料で覆われた型を作製し、作製された型の表面の凹凸形状を他の樹脂膜などに転写することでマイクロコーナーキューブアレイを作製することができる。

【0118】（実施形態 9）実施形態 9 では、上記実施形態 8 とは異なる方法によって、複数の凹部が設けられた基板上に複数の凸部を設け、これらの凹部と凸部とによって立方体型コーナーキューブを作製する場合について説明する。本実施形態では、その表面が単結晶の {111} 面に平行な立方晶単結晶基板を用意し、この基板表面に対して異方性エッチングを行なうことによって得られる凹凸形状を利用して立方体型コーナーキューブを作製する。

【0119】まず、図 22 (a) に示しているように、表面が結晶の {111} 面に平行なゲルマニウム単結晶基板 130 を 2 枚用意する。次に、図 22 (b1) および (b2) に示すように、それぞれの基板 130 に、平面形状が正三角形のレジストマスク 132 および 134 を形成する。図 22 (b1') および 22 (b2') は、それぞれ図 22 (b1) および (b2) の基板 130 およびレジストマスク 132 および 134 の斜視図である。

【0120】このとき、レジストマスク 132 および 134 の正三角形の 1 辺の長さは $11.5 \mu\text{m}$ とし、正三角形の 1 辺がゲルマニウム単結晶の {100} 面に平行になるように配置する。なお、図 22 (b1') と図 22 (b2') とでは、レジストマスクが設けられる場所と開口部の場所とが反対のように示されているが、基板の向き（オリエンテーションフラット）を互いに対して 180° 逆になるように図示しており、これらの基板上に設けられたレジストマスクのパターンは実際には同様である。例えば、図 22 (b1') と図 22 (b2') のそれぞれにおいて、単結晶の {100} 面に平行な方向を矢印 135 で示しているが、この方向を基準として

見た場合、各基板上のレジストマスクのパターンは同様であることがわかる。

【0121】次に、これらの基板に対してエッチングを行う。このとき、エッチング液としては、ふっ酸と過酸化水素水と水（50 wt% HF : 30 wt% H_2O_2 : H_2O = 1 : 1 : 4）の混合溶液を用い、エッチング温度は 1°C とし、エッチング時間は 15 分とする。これによって、図 22 (c1) および図 22 (c2) にそれぞれ示しているような凹部が形成される。

10 【0122】このエッチング工程において、{111} 面からエッチングが進行するが、この {111} 面に対するエッチング速度に対して、互いに直交する {100} 面に対するエッチング速度が遅いため、この {100} 面が露出するように異方性のエッチングが進行する。

【0123】その後、図 23 (d1) および図 23 (d2) に示すように、レジストマスク 132、134 を、基板の表面から剥離する。レジストマスク 132、134 が剥離された状態を図 23 (d1') および図 23 20 (d2') に示す。図からわかるように、各基板には、互いに略直交する直角二等辺三角形の 3 面から形成される三角錐状の凹部 136 が複数形成される。なお、凹部 136 と凹部 136 との間には、平坦部 138 が形成されている。

【0124】次に、図 23 (e2) に示すように、一方の基板の凹部 136 に、光硬化性のアクリレートモノマーを充填し、これを露光して重合させることによって硬化させ、三角錐状の固体 140 を形成する。なお、この固体 140 の露出面は平坦であることが望ましいことから、図 21 に示した平坦化装置 210 を用いてモノマーなどを充填したり、モノマーを硬化後にその露出面を研磨するようにしてもよい。

【0125】次に、図 23 (f) に示すように、図 23 (d1) に示した基板と、図 23 (d2) に示した基板とを密着させるが、一方の基板に保持されている固体 140 と、他方の基板の平坦部 138 とが対向し、これらが接着剤によって互いに対して固定されるように基板同士を対峙させる。

【0126】次に、図 23 (g) に示すように、図 23 40 (e2) に示した側の基板を剥離する。これによって、固体 140 が他方の基板の平坦部上に転写され、図 23 (g') に示すような立方体型のマイクロコーナーキューブアレイが形成される。

【0127】なお、図 23 (d1)、(d1') および図 23 (d2)、(d2') に示すような凹部 136 と平坦部 138 とを表面部に有する基材は、他の方法によっても作製され得る。例えば、実施形態 1 においても説明したように、ニッケルなどの母材に、互いに直交する 2 等辺三角形 3 面からなる三角錐状の凸部を有したピン 50 を直接押し付けることによっても得られる。このように

して得られた基材を用いた場合にも、図 23 (e 2)、(f)、(g) に示したような工程を経て、マイクロコーナーキューブアレイを作製することができる。

【0128】なお、このようにして表面にマイクロコーナーキューブアレイ形状を有する基板 130 を、樹脂層などの表面にマイクロコーナーキューブアレイを作製するための型として用いることもできる。この場合、上述の基板 130 から電鍍法によって表面がニッケルなどの材料で覆われた型を作製し、作製された型の表面の凹凸形状を他の樹脂膜などに転写することでマイクロコーナーキューブアレイを作製することができる。

【0129】(実施形態 10) 本実施形態においても、表面が {111} 面に平行な立方体単結晶基板を用意し、この基板表面に対して異方性エッチングを行なうことで得られる凹凸形状を利用して立方体型コーナーキューブを作製する。

【0130】まず、図 24 (a) および (a') に示すように、表面が結晶の {111} B 面に平行なガリウム砒素単結晶基板 150 を用意する。なお、ガリウム砒素単結晶の {111} B 面とは、砒素が形成する {111} 面を言う。

【0131】次に、図 24 (b) および (b') に示すように、基板 150 上に、平面形状が正三角形のレジストマスク 152 を形成する。このとき、正三角形の 1 辺の長さは 11.5 μm とし、正三角形の 1 辺がガリウム砒素単結晶の {100} 面に平行になるように配置する。

【0132】次に、これらの基板に対してエッチングを行う。このとき、エッチング液としては、アンモニア水と過酸化水素水と水 (28 wt % NH_4OH : 30 wt % H_2O_2 : H_2O = 8 : 2 : 5) の混合溶液を用い、エッチング温度は 17 度とし、エッチング時間は 2 分とする。これによって、図 24 (c) および (c') に示すような凸部が形成される。

【0133】本実施形態では、図 24 (c) および (c') に示すように、レジストマスク 152 で覆われる基板部分にまでエッチングが進行するとともに、マスク開口部 154 に対応する基板部分には平坦な面が形成される。これは、上述のようなエッチング条件では、ガリウム砒素単結晶の {111} B 面に対するエッチング速度が、結晶の {100} 面に対するエッチング速度に対して十分に大きくないためである。

【0134】すなわち、上述のようなエッチング条件では、結晶の {100} 面のエッチング速度が遅いため、{100} 面が露出するようにエッチングが進行するとともに、基板厚さ方向 (すなわち {111} B 面の法線方向) へのエッチングが十分速く進行しないために、凹部の底の面が小さくなっていかない。このように、異方性のエッチングによって形成される基板表面の形状は、

{111} B 面に対するエッチング速度と {100} 面に対するエッチング速度との比を適切に選択することで調節することができる。

【0135】なお、本実施形態では、図 24 (c) および (c') に示すように、エッチングの進行するにつれ、レジストマスク 152 と基板表面との接触部の面積が減少して行き、所望のエッチングが完了したときには、これらがほとんど接触されなくなるので、実施形態 9 の場合のようにレジスト剥離工程を行わずとも、図 24 (d) および (d') に示すような、互いに略直交する直角二等辺三角形の 3 面から形成される三角錐状の凸部 156 が複数形成された基板を得ることができる。

【0136】次に、図 25 (e) に示すように、図 24 (d) および (d') に示した基板上に、アルミニウム膜 160 を、例えば、スパッタ装置によって約 20 μm の厚さで形成する。その後、アルミニウム膜 160 を基板 150 から剥離する。この剥離されたアルミニウム膜 160 には、基板 150 の凸部 156 に対応した形状を有する三角錐状の凹部が複数形成されている。

【0137】次に、図 25 (f) に示すように、アルミニウム膜 160 に形成された凹部に、光硬化性のアクリレートモノマーを充填し、これを露光して重合させることによって硬化させ、三角錐状の固体 162 を形成する。

【0138】次に、図 25 (h) に示すように、図 25 (f) に示したアルミニウム膜 160 と、図 25 (g) で示す実施形態 8 の基板 130 (図 23 (d1) 参照) とを密着させるが、アルミニウム膜 160 に保持されている固体 162 と、基板 130 の平坦部 138 とが対向するように基板同士を対峙させ、これらを固定する。

【0139】次に、この固定されたアルミニウム膜 160 および基板 130 をアルカリ溶液につけ、アルミニウム部 160 のみを選択的に溶解することによって、図 25 (i) および (i') に示すような立方体型のマイクロコーナーキューブアレイが形成される。

【0140】なお、このようにして形成されたマイクロコーナーキューブアレイから電鍍法によって型を作製し、この型を用いて樹脂膜などにマイクロコーナーキューブアレイを作製することもできる。

【0141】(実施例および比較例) 本発明の 2 枚の基板を用いて形成される立方体型コーナーキューブアレイを用いた反射型液晶表示装置 (実施例) と、1 枚の基板上に形成された三角錐型コーナーキューブアレイを用いた従来の反射型液晶表示装置 (比較例) とにおける表示特性の違いを調べた。

【0142】下記、表 1 は、拡散光照明下における、法線方向の反射率を測定した結果である。

【0143】

【表 1】

	白表示反射率 (%)	黒表示反射率 (%)	コントラスト比
実施例	30	1.9	15.8
比較例	33	5.5	6.0

【0144】表1からわかるように、実施例の表示装置は、比較例の表示装置に比べて、黒表示の際の反射率が低く、良好な黒表示を行なうことができた。これは、実施例の表示装置の反射板は、立方体型コーナーキューブから形成されているため、周囲からの光をより効率よく再帰反射させることができるのに対し、比較例の表示装置では、周囲からの光の一部が再帰反射されずに観察されるからである。この結果、コントラスト比において、実施例の表示装置の方が比較例の表示装置よりも良い結果を示した。

【0145】

【発明の効果】本発明によれば、表示装置などにおいて適切に用いられる微細な光学素子を比較的容易に作製することが可能になる。例えば、入射光を効率よく再帰反射させることができるマイクロコーナーキューブアレイを容易に作製することができる。このように微細なマイクロコーナーキューブアレイを用いた表示装置では、明るく、コントラストが高く、色純度が高く、視認性の良い表示が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の反射型液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図2】立方体型コーナーキューブアレイを示す図であり、(a)は平面図、(b)は中位点よりも高い部分を示す側面図、(c)は斜視図である。

【図3】三角錐型コーナーキューブと立方体型コーナーキューブとを比較して示す図であり、(a)は三角錐型コーナーキューブの平面図、(b)は三角錐型コーナーキューブの斜視図、(c)は立方体型コーナーキューブの平面図、(d)は立方体型コーナーキューブの斜視図を示す。

【図4】本発明の実施形態1による再帰性反射板を作成するために用いる金型を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は平面図である。

【図5】本発明の実施形態1による再帰性反射板の構成を示す図であり、(a)は上側部分の平面図、(b)は(a)のA-A'線断面図、(c)は下側部分の平面図、(d)は(c)のB-B'線断面図、(e)は、上側部分と下側部分とを重ね合わせた状態を示す平面図、(f)は(e)のC-C'線断面図である。

【図6】本発明の実施形態2による再帰性反射板を作成するために用いる金型を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は平面図である。

【図7】図6に示す金型の作製方法を説明するための図であり、(a)は切削工具、(b)は切削工具を用いた切削方法を示す平面図である。

【図8】本発明の実施形態3による再帰性反射板の構成を示す断面図である。

【図9】本発明の実施形態4による反射型液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図10】本発明の実施形態5による反射型液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図11】図10に示す反射型液晶表示装置において、コーナーキューブアレイの最小単位構造のサイズをカラーフィルタのドットサイズ以下にした場合を示す断面図である。

【図12】図10に示す反射型液晶表示装置において、コーナーキューブアレイの最小単位構造のサイズをカラーフィルタのドットサイズより大きくした場合を示す断面図である。

【図13】本発明の実施形態6による反射型液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図14】本発明の実施形態7による光学素子を示す斜視図であり、(a)は基板を貼り合わせた状態を示し、(b)は一方の基板を示し、(c)は他方の基板を示す。

【図15】図14に示した光学素子の平面図であり、(a)は基板を貼り合わせた状態を示し、(b)は一方の基板を示し、(c)は他方の基板を示す。

【図16】本発明の実施形態7による別の光学素子を示す斜視図であり、(a)は基板を貼り合わせた状態を示し、(b)は一方の基板を示し、(c)は他方の基板を示す。

【図17】図16に示した光学素子の平面図であり、(a)は基板を貼り合わせた状態を示し、(b)は一方の基板を示し、(c)は他方の基板を示す。

【図18】本発明の実施形態8によるコーナーキューブアレイを作製するために用いられる金型の作製方法を説明するための図であり、(a)は溝の切削方向、(b)はバイト(切削工具)の先端角度を示す。

【図19】本発明の実施形態8によるコーナーキューブアレイの作製工程の各々を示す図である。

【図20】本発明の実施形態8によるコーナーキューブアレイの作製工程の各々を示す図である。

【図21】本発明の実施形態8によるコーナーキューブアレイの作製工程に用いられる液体を塗布する装置を示す断面図である。

【図22】本発明の実施形態9によるコーナーキューブアレイの作製工程の各々を示す図である。

【図23】本発明の実施形態9によるコーナーキューブアレイの作製工程の各々を示す図である。

【図24】本発明の実施形態10によるコーナーキューブ

ブアレいの作製工程の各々を示す図である。

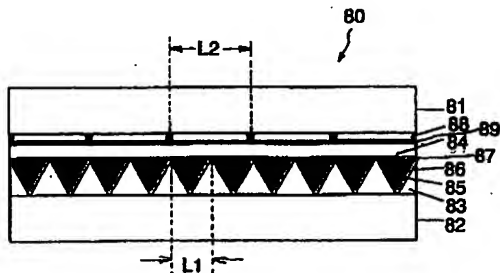
【図 25】 本発明の実施形態 10 によるコーナーキューブアレいの作製工程の各々を示す図である。

【符号の説明】

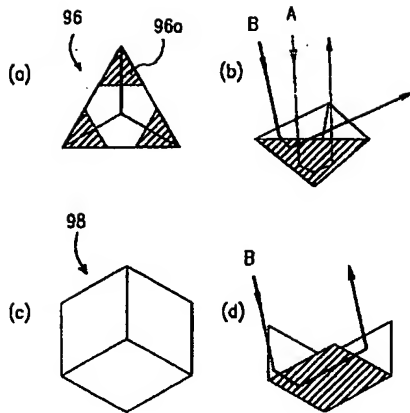
- 1 透明基板
- 2 透明樹脂層
- 3 金属反射膜
- 4 樹脂層

- 5 基板
- 6 透明平坦化部材
- 50 再帰性反射板
- 50 a 上側部分
- 50 b 下側部分
- 52 三角錐状凹部
- 54 平坦部

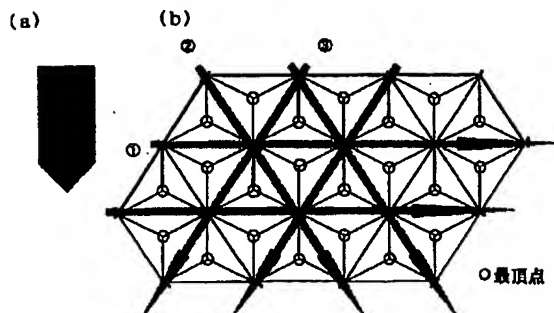
【図 1】



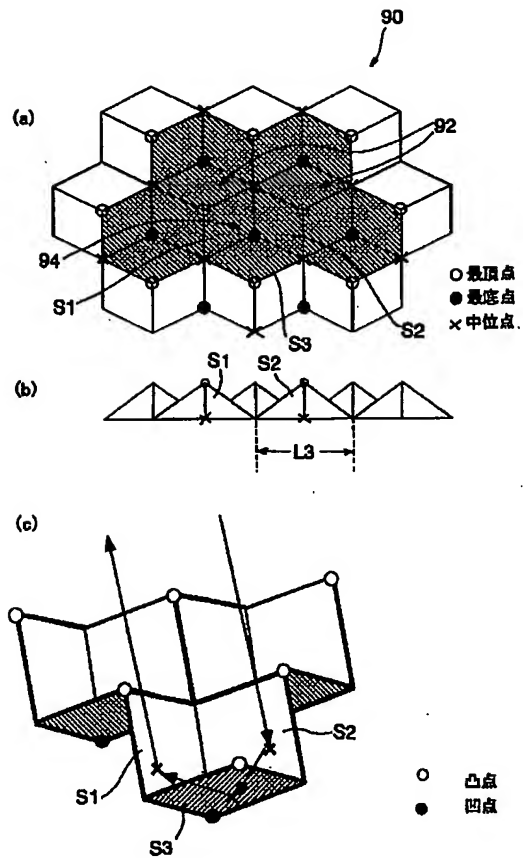
【図 3】



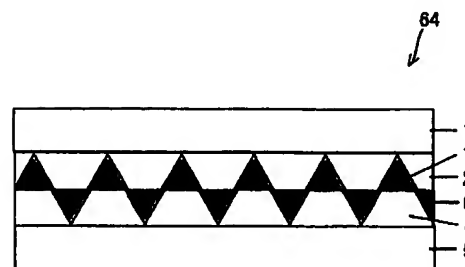
【図 7】



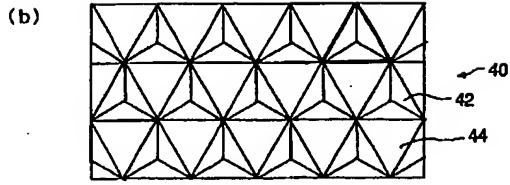
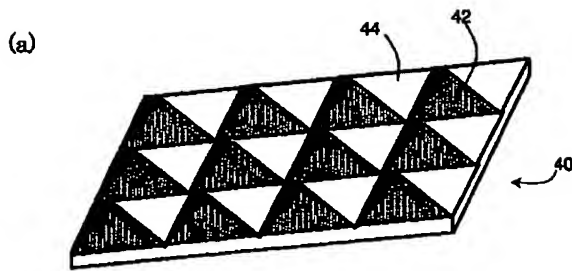
【図 2】



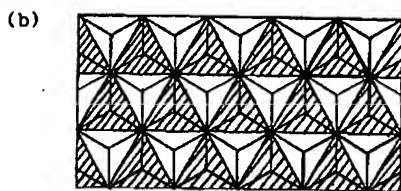
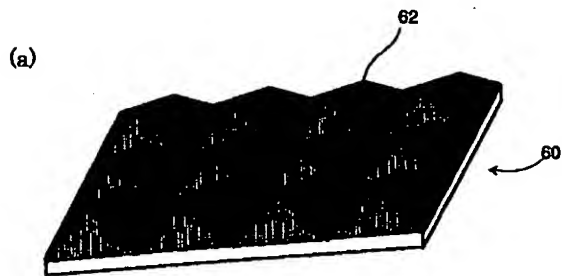
【図 8】



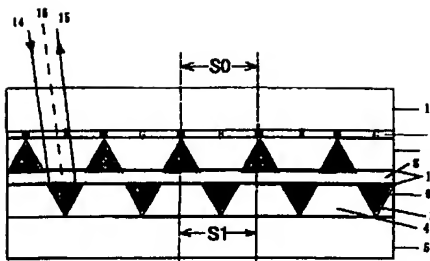
【図 4】



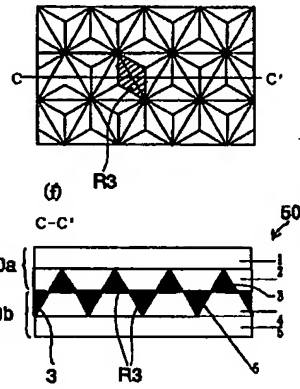
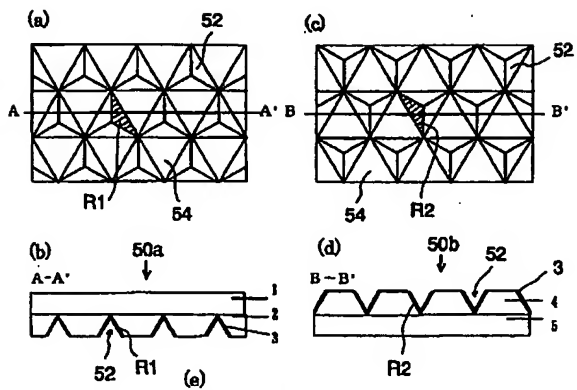
【図 6】



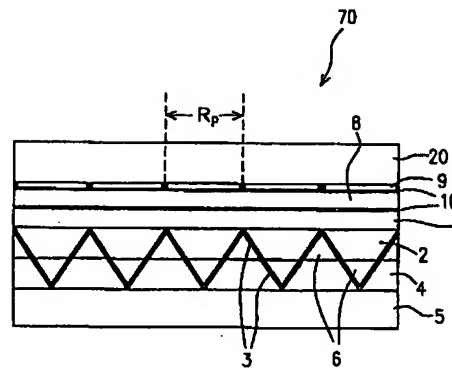
【図 11】



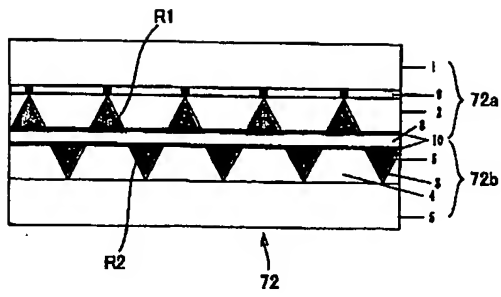
【図 5】



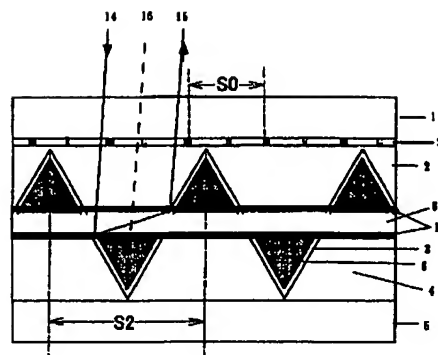
【図 9】



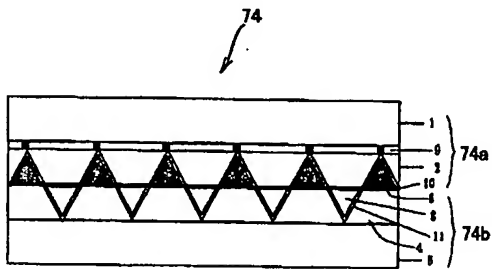
【図 10】



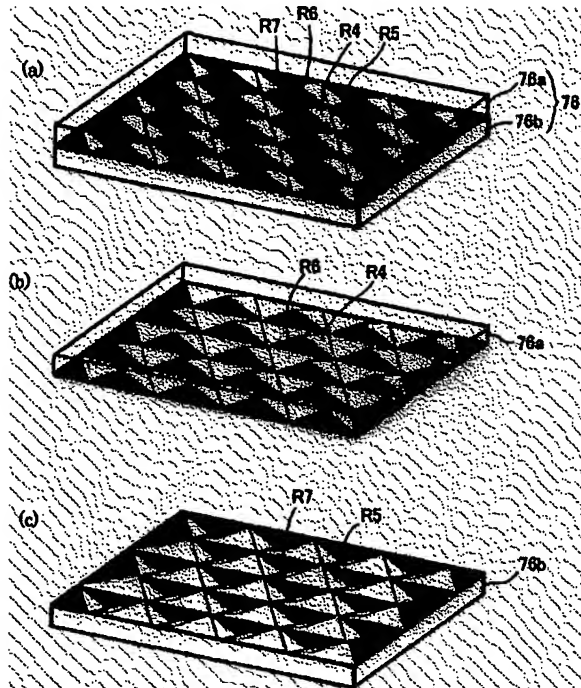
【図 12】



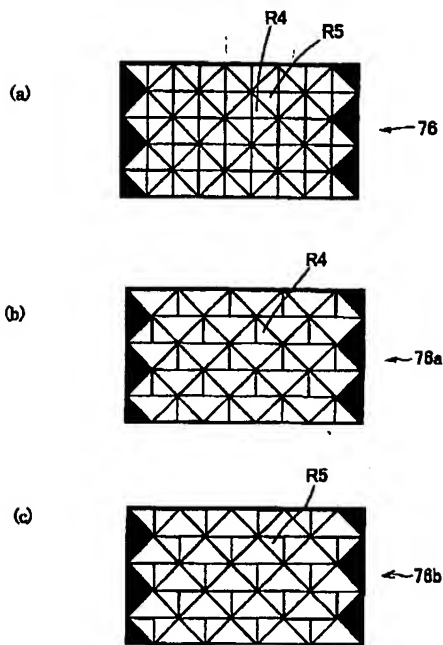
【図 13】



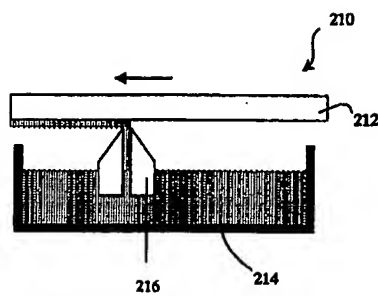
【図 14】



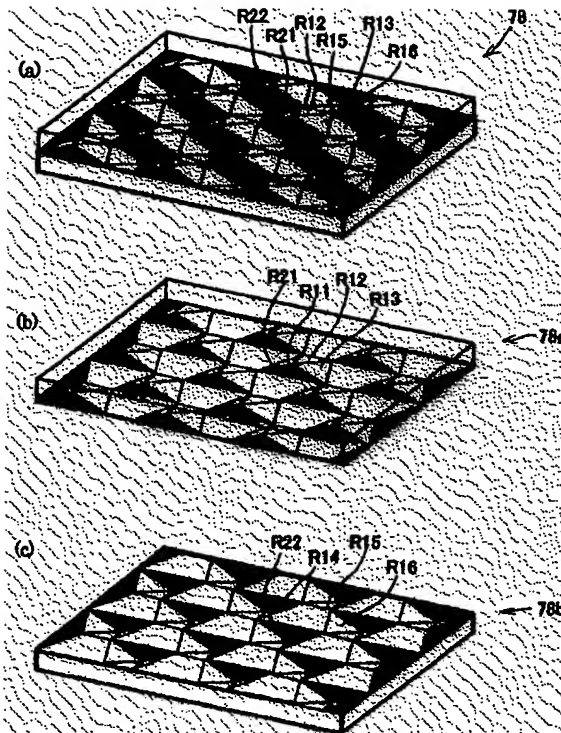
【図 15】



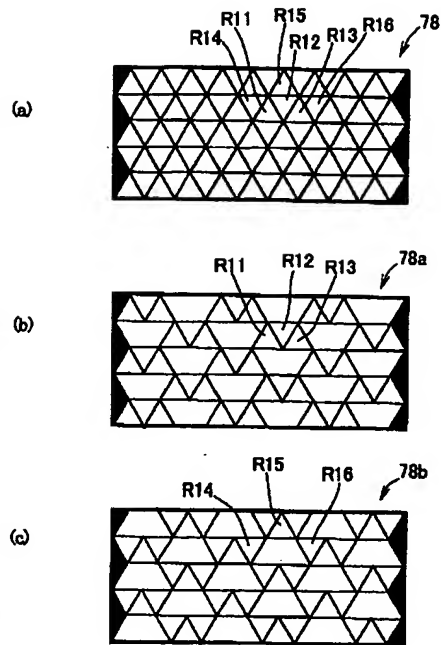
【図 21】



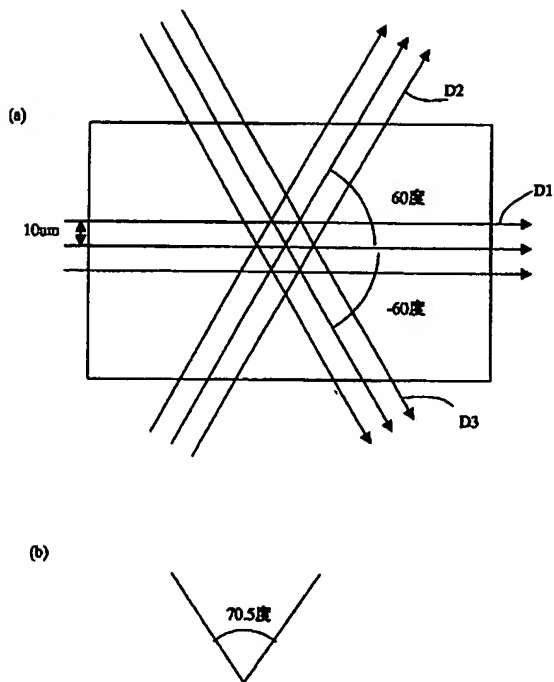
【図16】



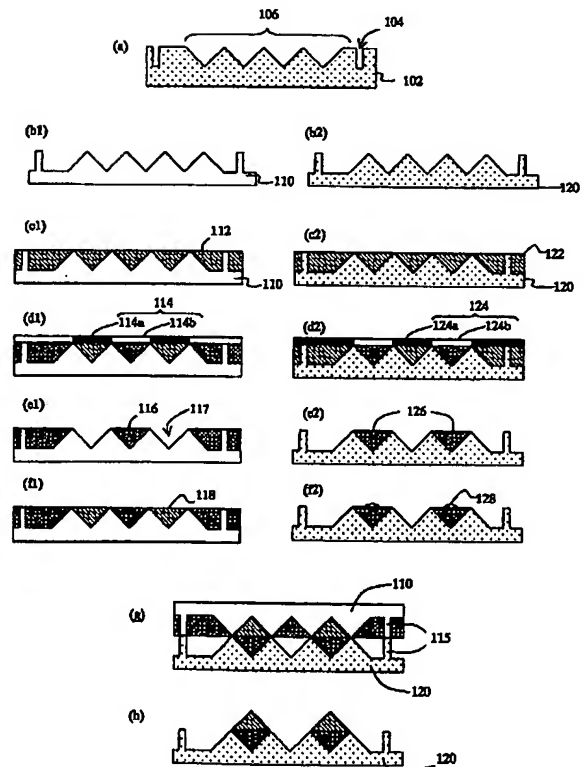
【図17】



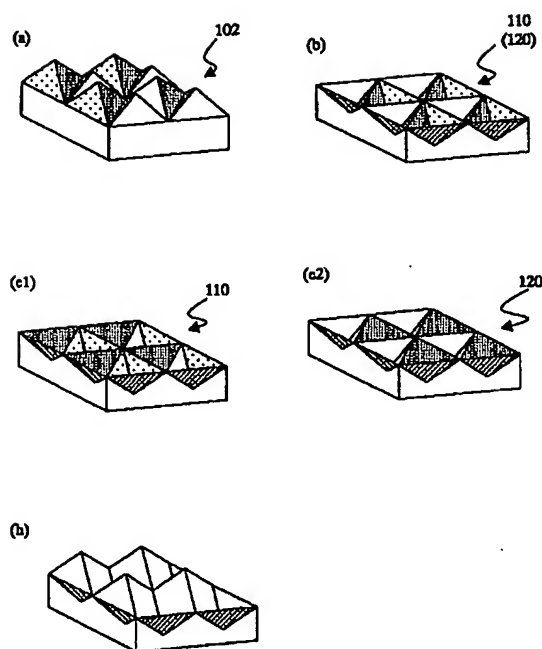
【図18】



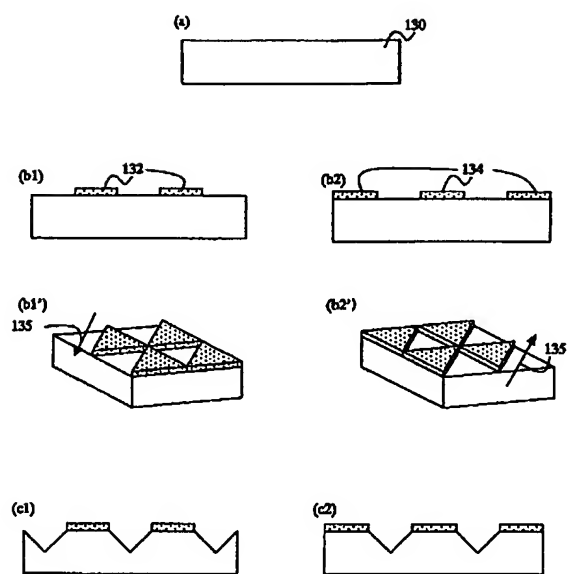
【図19】



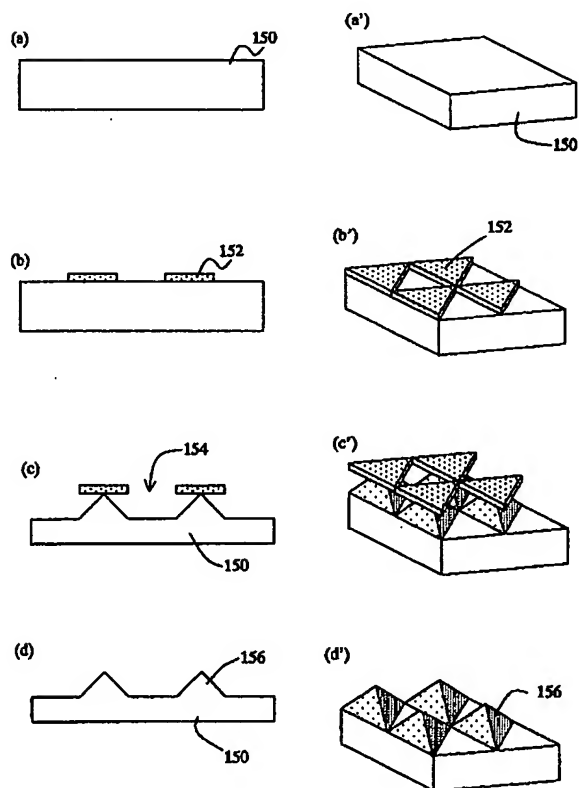
【図 20】



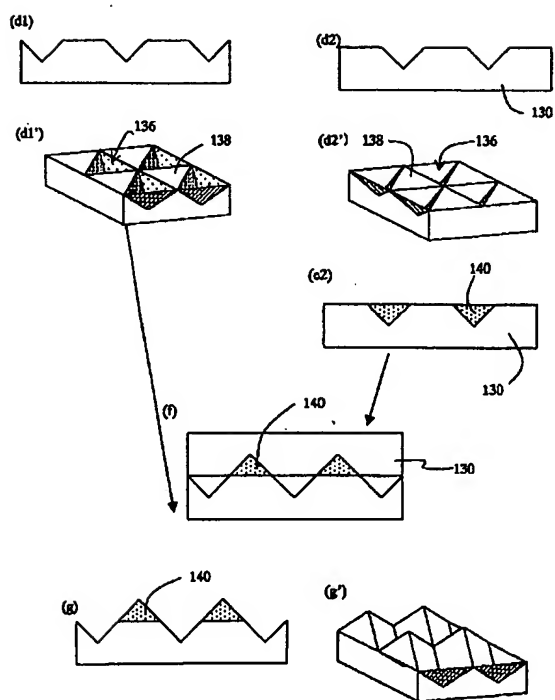
【図 22】



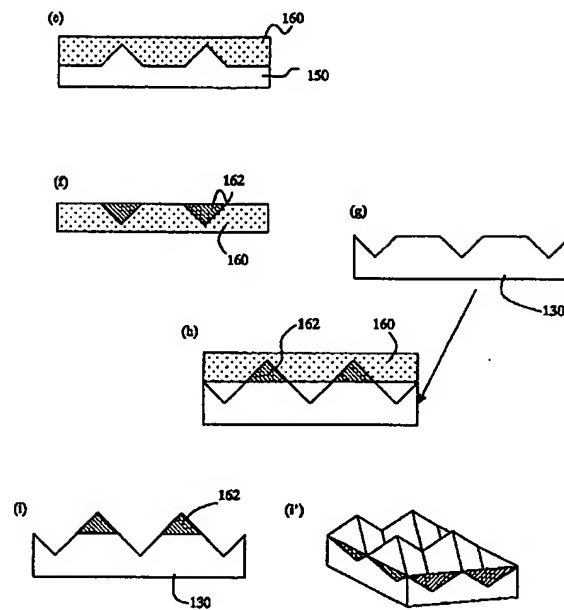
【図 24】



【図 23】



【図 25】



フロントページの続き

(72)発明者 富川 昌彦
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

Fターム(参考) 2H042 EA03 EA05 EA14 EA15
2H091 FA14Y FB09 FB13 FC02
FC10 FC19 FC24 FC25 FC26
FC29 FC30